

**Die Phosphatidfraktionen im Serum
des Menschen unter einer glucosereichen
oder fettreichen Formeldiät**

Hartmut Wegehaupt

1970

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. W. Seitz

Die Phosphatidfraktionen im Serum des Menschen
unter einer glucosereichen oder fettreichen Formeldiät.

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Hartmut Wegehaupt
aus Gnadenfrei

München 1970

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München



Referent: Prof. Dr. N. Zöllner

Korreferent: Prof. Dr. W. Seitz

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.11.70

Inhaltsverzeichnis

- I. Einleitung
- II. Methodik
 - A. Versuchsanordnung, Versuchspersonen, Formeldiät
 - B. Allgemeine Methodik
 - 1. Lipoidextrakt
 - 2. Vorbereitung der Platten
 - 3. Auftrag der Substanzen und Dünnschichtchromatographie
 - 4. Elution und Phosphorbestimmung
- III. Ergebnisse und Diskussion
 - A. Normalwerte
 - B. Ergebnisse und Diskussion des glucose-reichen Ernährungsversuches
 - C. Ergebnisse und Diskussion des fettreichen Ernährungsversuches
- IV. Zusammenfassung
- V. Tabellen (I - XV)
- VI. Literatur

I. Einleitung

Mit der Dünnschichtchromatographie lassen sich nach aufsteigenden R_f -Werten die Serumphosphatide in folgende Fraktionen unterteilen: Lysolecithin, Sphingomyelin, Lecithin, Kephalin und Phosphatidsäuren. In ihrer chemischen Struktur unterscheiden sich diese fünf Fraktionen entweder durch ihre Alkoholkomponente (Glyzerin, Sphingosin) oder durch die Stickstoff-Komponente (Colamin, Cholin usw.), soweit sie nicht die stickstofffreien Phosphatidsäuren betreffen (Inositylphosphatide). Variationsmöglichkeiten innerhalb dieser Gruppe sind durch die Bindung unterschiedlicher Fettsäuren gegeben.

Die von Ismailow und Schraiber 1938 erstmals aufgezeigte Möglichkeit, eine Adsorptionsschicht auf Glasplatten aufzubringen, wurde von Stahl (23) weiterentwickelt und von Weicker (29) in Deutschland eingeführt.

Die Bedingungen zur dünnschichtchromatographischen Trennung der Phosphatide wurden zuerst von Wagner (26) (27) angegeben, die quantitative Bestimmung der Phosphatidfraktionen von Habermann und Mitarbeitern (11).

Die Vorteile der Dünnschichtchromatographie liegen gegenüber der Säulenchromatographie in der Zeitersparnis sowie in der scharfen Trennung aller Fraktionen, gegenüber der Papierchromatographie in der besonderen Eignung der Kieselsäure für die Trennung lipoider Substanzen, in ihrer größeren Kapazität hinsichtlich der Trennung von Substanzen, in ihrer größeren Trenngeschwindigkeit und der größeren chemischen Stabilität auch gegenüber Veraschung und aggressiver Nachweisreagentien (17) (20).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die quantitative Analyse der Serumphosphatidfraktionen von Normalpersonen in Abhängigkeit von einer glucose- bzw. fettreichen Formeldiät über einen Zeitraum von 22 Tagen. Durch definierte Zulagen von Linolsäure sollte darüberhinaus der Einfluß dieser essentiellen Fettsäure auf das Verhalten der einzelnen Phosphatidfraktionen untersucht werden.

II. Methodik

A. Versuchsanordnung, Versuchspersonen, Formeldiät

An dem Versuch beteiligten sich 10 stoffwechselgesunde Personen im Alter von 22 bis 35 Jahren. Es wurden 2 Gruppen gebildet: die I. Gruppe bestand aus 6 Versuchspersonen, die sich 22 Tage lang von einer glucosereichen (81, 14 Cal.%) und fettarmen (3, 61 Cal.%) Formeldiät ernährten. Der Eiweißanteil betrug 15,03 Cal.% (s.Tab. I).

Diese I. Gruppe wurde wiederum nach der Höhe der Linolsäurezufuhr in 3 Untergruppen unterteilt. Die 1. Untergruppe erhielt 3 Cal.% Ölsäure (VPI, II, III), die 2. Untergruppe (VP IV/V) 3,0 Cal.% Linolsäure und die 3. Untergruppe (VP VI) je 1,5 Cal.% Linolsäure und Ölsäure. Die Blutabnahme erfolgte am 7., 14., 22. und 29. Tag jeweils am Morgen. Die II. Gruppe bestand aus 4 Versuchspersonen, die sich von einer fettreichen (58,6 Cal.%) und glucosearmen (26,1 Cal.%) Diät ernährte. Wie bei Gruppe I betrug der Eiweißanteil 15 Cal.% (Tab. II). Auch hier wurden nach der Höhe der Linolsäurezufuhr eine 1. Untergruppe (VP XI/XII) mit 3,0 Cal.% Linolsäure gebildet. Die Dauer der Diät sowie die Häufigkeit der Blutabnahme entsprachen der Gruppe I.

B. Allgemeine Methodik

Es wurden in den Nüchternseren von 10 stoffwechselgesunden Versuchspersonen dünnschichtchromatographisch die Phosphatidfraktionen Lysolecithin, Sphingomyelin, Lecithin, Kephalin und Phosphatidsäuren getrennt und quantitativ bestimmt.

1. Lipoidextrakt

Der Lipoidextrakt wurde nach dem von Sperry (19) und Sperry und Brand (21) angegebenen Verfahren, modifiziert von Zöllner (32), folgendermaßen hergestellt:

Ein ml Serum wird in 15 ml eines Chloroform-Methanol-Gemisches (1:1, v:v) getropft und das Gemisch kurz zum Sieden gebracht. Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur füllt man mit Chloroform auf 25 ml auf. Das Verhältnis Chloroform: Methanol beträgt ca. 2:1 (v:v). Nach gründlichem Mischen wird filtriert. Ein aliquoter Teil des Filtrats wird zur weitgehenden Abtrennung nichtlipoider Beimengungen mit 1/5 Volumen wässriger 0,02 %iger CaCl_2 -Lösung kräftig geschüttelt. Nach 8 - 16 Stunden wird in dem graduierten Schüttelzylinder die Menge der unteren Phase notiert und die obere wässrige Phase, die einen Großteil des Methanols aufgenommen hat, mit einer an die Wasserstrahlpumpe angeschlossenen Kapillare abgesaugt und verworfen.

2. Vorbereitung der Platten

Zur Herstellung der Dünnschichtplatten werden quadratische (200 x 200 mm) Glasplatten mit Chloroform gereinigt, und mittels des Streichgerätes der Firma Degasa, Heidelberg, mit einer 0,25 mm dicken Kieselgelschicht (30 g Kieselgel G. Merk, in 70 ml aqua bidest.) belegt. Die Aktivierung der Schicht wird durch 1-stündiges Erhitzen im Trockenschrank bei 110° erreicht. Die Aufbewahrung geschieht im Plattenschrank oder einem Behälter mit Blaugel, jedoch sollten stets möglichst frische, keinesfalls länger als 2 Tage aufbewahrte Platten zur Chromatographie

verwendet werden, da sich sonst die Trennschärfe verschlechtert. Die aktivierten Platten wurden unmittelbar vor Auftragen der Lipide durch Vorlauf in einer Aceton-Kammer gereinigt, im Luftstrom getrocknet und sodann in 3 cm breite Bahnen unterteilt. 2 cm vom oberen Rand wurde durch einen Horizontalstrich das Ende der Laufstrecke markiert.

3. Auftrag der Substanzen und Chromatographie

Je nach der Menge der Gesamtphosphatide wurden von der unteren Phase des Lipoidextrakts 5 - 7 ml im Wasserbad eingedampft und in 0,2 ml Chloroform sorgfältig wieder gelöst. (Bei der Wahl anderer Lösungsmittel ist ein Kondensationspunkt von 60 - 80° empfehlenswert, weil bei zu niedrigen Kondensationspunkten ein zu schnelles Verdunsten und damit eine ungenaue Auftragsmenge, bei zu hohem Kondensationspunkt ein zeitraubendes Warten bis zum Trocknen des Lösungsmittels in Kauf zu nehmen ist). Hiervon wurden 2 cm vom unteren Rand mit einer spitzzulaufenden 0,1 ml Pipette auf 3 Bahnen je 0,05 ml in feinen Tropfen möglichst ohne Verletzung der Kieselgelschicht bandförmig über die ganze Breite der Bahn aufgetragen. Es erwies sich nach mehrmaligen Versuchen besonders bei niederkonzentrierten Extrakten als günstig, die Auftragsmenge von 0,02 ml (z.B. (18)) auf 0,05 - 0,06 ml zu erhöhen, da sich dadurch die Extinktionen der kleinen Phosphatidfraktionen (besonders Kephalin, Phosphatidsäuren) deutlicher von den Kieselgelleerwerten unterscheiden. Es ist darauf zu achten, daß die Extinktionswerte für die größte Fraktion, Lecithin, nicht 0,600 überschreiten, weil sonst die Proportionalität zwischen Phosphorgehalt und Extinktion nicht mehr gegeben ist. Die Chromatographiekammer (210 x 210 x 90 mm) wird mit Filterpapier ausgelegt, dieses durch Kippen der Kammer getränkt und so der Kammerinnenraum weitgehend mit den Fließmitteldämpfen gesättigt, bevor man die beladene Chromatographieplatte hineinstellt.

Als Fließmittel wurde das von Wagner (27) angegebene Gemisch Chloro-

form: Methanol : Wasser 65 : 25 : 4 (v:v:v) verwendet. Es ist notwendig, das Fließmittel erst kurz, zumindest aber eine Stunde vor der Chromatographie zuzubereiten, weil sich sonst durch unterschiedlich schnelles Abdunsten der einzelnen Anteile die Zusammensetzung ändert.

Grundsätzlich sind auch die von Skidmore und Entenman angegebenen Fließmittel (22) zur Trennung von Phosphatiden und ihrer hydrolytischen Spaltprodukte zu verwenden.

Die Platte bleibt schräg gegen die Kammerwand gelehnt, bis das Fließmittel den oberen Querstrich erreicht hat. Für die 16 cm lange Laufstrecke beträgt die Dauer der Chromatographie etwa 40 Minuten. Danach wird die Platte zum Trocknen unter den Abzug gestellt und mit 0,2 %iger wässriger KMNO_4 -Lösung besprüht, bis sich die gelben Phosphatidflecken deutlich von dem rotvioletten Untergrund abheben. Diese Färbung beruht auf der reduzierenden Wirkung von Doppelbindungen. Es können auch Sprühreagentien wie Bromthymolblau, Rhodamin 6 G u. a. verwendet werden.

4. Elution und Phosphorbestimmung

Die nach dem Besprühen sichtbaren gelben Flecken entsprechen folgenden Fraktionen: Lysolecithin, zwei knapp übereinanderliegende und manchmal ineinander fließende Fraktionen von Sphingomyelin, das deutlich sich als größter Fleck abhebende Lecithin und die beiden kleineren Flecken, die die Kephaline und Phosphatidsäuren darstellen.

Die Schicht der den einzelnen Fraktionen entsprechenden Felder wird mit dem Spachtel direkt in mit 5 ml Methanol p. a. gefüllte Zentrifugengläser überführt. Da innerhalb der Schicht nicht nur ein Fließmittelstrom von der Eintauchzone zur Front, sondern infolge der Abdunstung an der Schichtoberfläche auch von der dem Glas zugekehrten Seite zur freien Oberfläche besteht, kommt es durch minimale, auf der Glasoberfläche verbleibende Schichtreste zu keinem erfaßbaren Verlust (33).

Durch mehrmaliges gründliches Aufrühren wird eine möglichst vollständige Lösung herbeigeführt und danach werden die mit Parafilm bedeckten Gläser 20 Minuten bei 3 500 U/min. zentrifugiert. Zur Kontrolle wurden den abgekratzten Feldern entsprechende Kieselgelleerwerte mitverarbeitet, um sowohl eine Verunreinigung der Schicht als auch des Sprühmittels und damit eine Verfälschung der Ergebnisse auszuschalten.

Nach dem Zentrifugieren wurden 4 ml des die Lipide enthaltenden Methanols in saubere Reagensgläser pipettiert, im Wasserbad eingedampft und zur Phosphorbestimmung nach Barlett eingesetzt (4) : die Proben werden mit je 0,5 ml H_2SO_4 10 n versetzt und 6 Stunden bei 160° verascht, wobei nach 4 Stunden 2 Tropfen Peroxyd zugegeben werden. Der Rückstand beträgt 0,2 ml. Falls nach dem Veraschen der Rückstand nicht klar ist, müssen 2 weitere Tropfen H_2O_2 zugegeben und nochmals 2 Stunden verascht werden. Zu den 0,2 ml Rückstand werden 0,2 ml Reduktionsmittel und 0,4 ml Ammoniummolybdat gegeben und jeweils gut geschüttelt. Das Volumen wird mittels aqua bidest. auf 5 ml gebracht. Anschließend werden die Gläser mit Glaskugeln abgedeckt und für 7 Minuten in ein kochendes Wasserbad gestellt. Die Färbung durch das entstandene Phosphormolybdänblau ist dem Phosphorgehalt bis zu einer Extinktion von 0,6 proportional und wird nach Abkühlen der Gläser bei 830 m μ im Zeiss-Spektralphotometer gegen aqua dest. abgelesen. Die Extinktionswerte für Eichlösungen von 1 γ Phosphor/ml lagen bei 0,180.

Bei jeder Analyse bestimmt man in je 3facher Ausfertigung unveraschte Eich- und Reagentienleerwerte sowie die oben beschriebenen Kieselgelleerwerte. Es ließ sich - analog zu den Untersuchungen von Scholde-
rer (18) - keine Abhängigkeit der Größe der Kieselgelleerfelder zur Extinktion feststellen.

Um die Leerwerte, deren Extinktionswerte 0,020 - 0,025 nicht überschreiten sollten, niedrig zu halten, wurden stets nur mit Chrom-

Schwefelsäure gewaschene Gläser und p.a. Reagentien, bzw. aqua bidest., verwendet.

Andere, schnellere Methoden, die das umständliche Abkratzen der Felder mit dem Spachtel umgehen, wie die von Bird und Mitarbeitern (5) angegebene "collection and elution tubes", haben sich wegen der Erhöhung der Leerwerte nicht durchsetzen können.

Die Relativwerte der einzelnen Fraktionen wurden aus den Extinktionen errechnet, die Absolutwerte wurden mit den für die einzelnen Fraktionen geltenden Umrechnungsfaktoren ermittelt.

Die Umrechnung von Lipoidphosphor auf Phosphatide erfolgt für Lysolecithin durch Multiplikation mit dem Faktor 17, für die übrigen Fraktionen mit dem Faktor 26 entsprechend ihrem mittleren Molekulargewicht (28).

Die Gesamtphosphatide wurden durch Multiplikation des Lipoidphosphors mit dem Faktor 25 errechnet.

III. Ergebnisse und Diskussion

A. Normalwerte

Die Normalwerte ergeben sich aus den Werten der einzelnen Phosphatidfraktionen vor Beginn der Versuche. Sie sind die Durchschnittswerte von insgesamt 10 gesunden männlichen und weiblichen Personen im Alter zwischen 22 und 35 Jahren.

Die Durchschnittswerte der Gesamtposphatide zu Versuchsbeginn lagen bei 246,8 mg%.

Die Durchschnittswerte der Phosphatidfraktionen betrugen für Lysolecithin 8,5 %, Sphingomyelin 12,0 %, Lecithin 76,5 %, Kephalin 2,0 % und Phosphatidsäuren 1,2 % bzw. 14,4 mg% für Lysolecithin, 30,0 mg% für Sphingomyelin, für Lecithin 189,9 mg%, für Kephalin 5,0 und für Phosphatidsäuren 2,4 mg%. Die relativ geringen Prozentwerte für Sphingomyelin und durchschnittlich höheren Werte für Lecithin, die auch aus der Analyse von Scholderer (18) hervorgingen, könnten als Verschiebung sphingomyelinärer Anteile in Richtung auf die Lecithinfraktion gedeutet werden. Bei Zöllner und Kirsch (32) wurde eine nicht identifizierte Fraktion der Säulenchromatographie beschrieben, die 2,5 % der Gesamtposphatide ausmacht und als wahrscheinlich der Sphingomyelinfraktion zugehörig betrachtet wurde, wodurch der daraus sich ergebende Wert von 14,5 % für Sphingomyelin den Ergebnissen anderer Autoren (34) (3) nahekommt. (Siehe auch Tabelle III).

Die bei der Dünnschichtchromatographie auftretenden deutlichen Erhöhungen der Lecithinfraktion (18) (3) (34) gegenüber den Ergebnissen der Papier- und Säulenchromatographien (8) (10) (13) (14) (17) u.a. erklären sich möglicherweise durch verstärktes Liegenbleiben der Lecithinfraktion auf kieselsäureimprägniertem Papier (7 - 10 %) am Start (16), während die am Start zurückbleibende Menge bei Dünnschichtchromatographie nur annähernd 1 % beträgt (11).

Stellt man bei Tabelle III diese Überlegung in Rechnung, so ergibt sich eine ausreichende Übereinstimmung der Ergebnisse auch bei unterschiedlichen Methoden. Zieve et al. (31) führten für die dünn-schichtchromatographische Bestimmung von Phosphatidfraktionen Korrekturfaktoren ein, da sie bei den einzelnen Fraktionen Verluste von 10 - 20 % feststellten. Diese Verluste waren dadurch bedingt, daß ein Teil der phosphorhaltigen Verbindungen am Startpunkt zurückblieb oder bei der anschließenden Veraschung an Kieselsäure absorbiert wurde. Wagener (25) hingegen fand in Übereinstimmung mit eigenen Analysen keinen gegenüber den Kieselgelleerwerten auffällig erhöhten Phosphorgehalt der Startfelder.

Ein weiterer Grund für die von einander abweichenden Ergebnisse einzelner Autoren mag darin gesehen werden, daß wegen der unterschiedlichen Verdunstungsgeschwindigkeit nie exakt die jeweils gleiche Menge der zu analysierenden Substanz aufgetragen werden kann. Aus diesem Grund scheint es auch nicht sinnvoll, aus der Auftragsmenge direkt die Anteile der einzelnen Fraktionen zu erreichen.

Weiterhin liegen mögliche Gründe für Ungenauigkeit in der Technik des Abkratzens der Phosphatidfraktionen von der Platte sowie im Mitwandern fremder Gruppen in den einzelnen Fraktionen. So konnte Zöllner (33) anlässlich differenzierter Phosphatidanalysen feststellen, daß synthetisches D, L - α - Palmitoyl-Kephalin eine Verunreinigung enthielt, die sich im Bereich der letzten Ausläufer der Lecithinfraktion bzw. zwischen Lecithin- und der oberen Sphingomyelinfraktion mit Ninhydrin anfärben ließ und durch partielle Alkalihydrolyse in Anlehnung an Dawson (6) als Lysokephalin anzusehen ist.

Dienstl (7) u. a. unterscheiden in der Kephalinfraktion Phosphatidyl-inositol und Phosphatidyläthanolamin, bzw. Serylphosphatid, wobei in der chemischen Struktur bei Inositylphosphatid Inosit, ein Hexahydrohexaoxybenzol, und bei Serylphosphatid Serin das Colamin vertreten.

Auch bei Wagner (25) fallen die erheblichen Abweichungen, besonders bei der Lysolecithinfraktion auf, obgleich dabei die Lipide jeweils sofort nach vollständiger Gerinnung der Blutproben aus dem Serum extrahiert wurden. Er sieht als Ursache der Abweichungen die Einwirkung der Cholesterinesterase des Serums an, die eine Abspaltung der Lecithinfettsäuren bewirke und so zu wechselnden Mengen am Lysolecithin führe, ein Mechanismus, der nach Vogel und Mitarbeiter (24) selbst in eingefrorenen Serumproben ablaufen kann.

B. Ergebnisse und Diskussion des Versuchs mit glucosereicher Formeldiät

An einem Versuch mit glucosereicher, fettarmer Nahrung (siehe Tabelle I) beteiligten sich über 22 Tage 3 männliche und 3 weibliche stoffwechselgesunde Personen im Alter von 22 bis 35 Jahren.

Als allgemeine Tendenz der Untersuchungen ließ sich ein prozentualer Anstieg der Lysolecithinfraktion und Sphingomyelinfraktion sowie ein deutlicher Abfall der Lecithinfraktion erkennen. Die Kephalinfraktion und die Fraktion der Phosphatidsäuren zeigten einen leichten Anstieg.

Nach 14 Tagen war eine Umkehr der ansteigenden bzw. abfallenden Tendenz der Kurven und eine Rückkehr zum Ausgangswert zu erkennen. (Tab. IV, V u. VI).

Die Gesamtphosphatide verhielten sich entsprechend der Lecithinfraktion (30) (Tabelle VII).

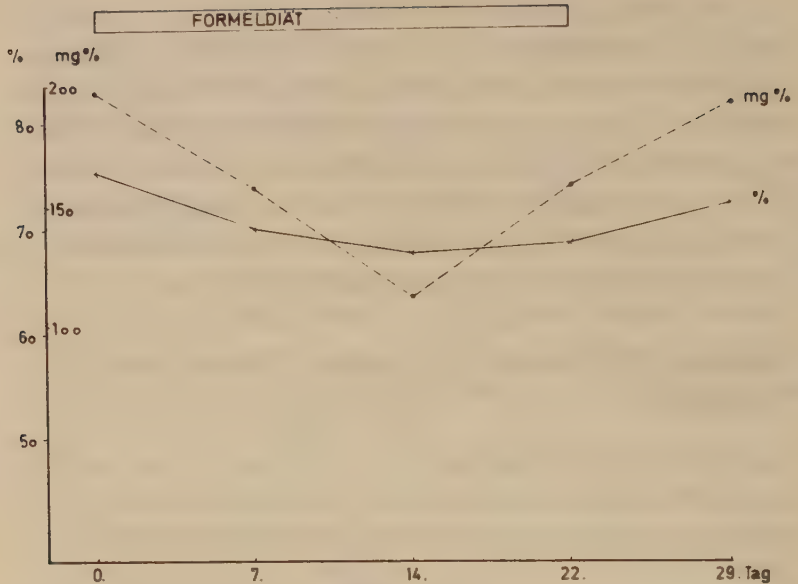


Abbildung 1

Durchschnittswerte des Lecithins in % und mg% unter
glucosereicher Formeldiät

Bei der Aufschlüsselung der Ergebnisse entsprechend der Höhe der Linolsäurezufuhr ließ sich keine signifikante Abhängigkeit erkennen (siehe Tabellen VIII, IX). Das Absinken der Phosphatide nach Verminderung des Fettgehaltes der Nahrung wurde übereinstimmend mit den Angaben von (1) (9) (12) gefunden.

Besonders deutlich ist der Abfall der Lecithinfraktion in Prozent- wie Milligrammprozentwerten, währenddessen ein leichter und steter Anstieg der Milligrammprozentwerte der Kephalinfraktion zu beobachten ist (34) (2). Wegen der geringen Absolutwerte hat diese Erhöhung von Kephalin jedoch keinen Einfluß auf die sinkende Tendenz der Gesamtphosphatide.

C. Ergebnisse und Diskussion des fettreichen
Ernährungsversuches

Über die Zeitdauer von 22 Tagen ernährten sich 4 männliche; stoffwechselgesunde Personen im Alter zwischen 22 und 30 Jahren von einer fettreichen, kohlehydratarmen Kost (Tabelle II).

Gemeinsam ist allen Ergebnissen ein Abfall der Lysolecithin- und Sphingomyelinfraktion und ein Anstieg der Lecithinfraktion. Der Wendepunkt im Verlauf der Kurven und die Tendenz zur angenäherten Rückkehr zum Ausgangswert scheint nach jeweils 14 Tagen erreicht.

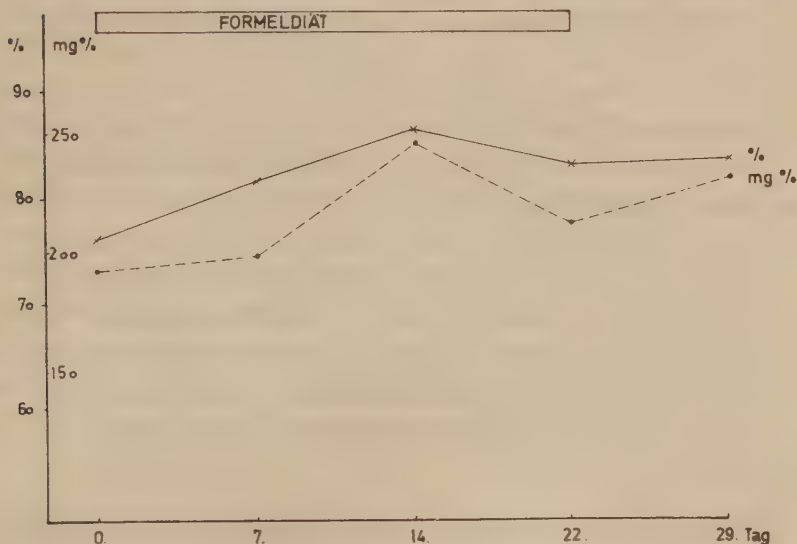


Abbildung 2

Durchschnittswerte des Lecithins in % und mg% unter
fettreicher Formeldiät

Das Verhalten von Kephalin und Phosphatidsäuren ist wegen der geringen Relativwerte schwer zu deuten.

Die mg%-Werte der Gesamtphosphatide der Versuchspersonen IX und

X ließen eine bis zum 14. Tag ansteigende Tendenz erkennen, und näherte sich gegen Versuchsende wieder dem Ausgangswert, während die Gesamtphosphatidwerte der Versuchspersonen XI u. XII keine einheitliche Tendenz zeigten (Tabelle XIII).

Interessant ist das Verhalten der einzelnen Fraktionen nach der gruppengemäßen Aufschlüsselung der Linolsäurezufuhr entsprechend Tabelle XIV.

Obwohl auch hier die grundsätzliche Tendenz (Abfall der Lysolecithin- und Sphingomyelinfraktion, Anstieg der Lecithinfraktion) beibehalten wird, läßt sich eine Differenz der beiden Gruppen erkennen.

Während bei Gruppe 1 (3 Cal. % Linolsäure) sowohl in den Werten der Gesamtphosphatide als auch in der Lecithinfraktion ein prompter Anstieg und ein verzögerter Abfall der Lecithinfraktion bezüglich der mg-%-Durchschnittswerte zu beobachten ist, läßt sich in der Gruppe 2 (1,5 Cal. % Linolsäure) in den Gesamtphosphatidwerten wie im Verhalten von Lecithin erst ein kurzfristiger Abfall eine Woche nach Versuchsbeginn feststellen, bevor der allgemeinen Tendenz zum Anstieg der Werte gefolgt wird. Ebenso ist im Verhalten der Kephalinfraktion bei Gruppe 2 ein sehr viel schnellerer Abfall zu beobachten als bei Gruppe 1.

Die Kurven von Lysolecithin- und Sphingomyelin lassen sowohl im Verhalten der Prozent- wie mg-Prozentwerte keinen derartigen Unterschied erkennen.

Das Verhalten der einzelnen Fraktionen sowie der Gesamtphosphatide (Tabelle XV) bei unterschiedlicher Höhe der Linolsäurezufuhr könnte mit einer Beteiligung der Linolsäure am Aufbau des Lecithin-, bzw. des Kephalinmoleküls in Zusammenhang gebracht werden.

Die Sphingomyelin- und Lysolecithinfraktion zeigen keine Unterschiede.

Sie enthalten auch nur geringe Mengen Linolsäure.

Die Phosphatidsäuren könnten entsprechend ihrem chemischen Aufbau ein lecithinähnliches Verhalten zeigen, jedoch muß wegen ihres geringen Absolutwertes auf eine Diskussion verzichtet werden.

Zusammenfassung

Eine glucosereiche, fettarme Formeldiät wurde 6 stoffwechselgesunden Personen und eine fettreiche, glucosearme Diät 4 stoffwechselgesunden Personen über 22 Tagen verabreicht. Diese beiden Gruppen wurden unterteilt durch unterschiedliche Linolsäurezufuhr.

Es wurden die Prozent- und Milligrammprozentwerte der Phosphatidfraktionen Lysolecithin, Sphingomyelin, Lecithin, Kephalin und Phosphatidsäuren in Abhängigkeit von der jeweiligen Grundkost und der Höhe der Linolsäurezufuhr ermittelt. Die Trennung dieser Fraktionen erfolgte mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie. Dabei ergab sich bei dem fettarmen, glucosereichen Ernährungsversuch ein Absinken der Lecithinwerte sowohl in den Prozentwerten wie in den mg%-Werten und ein Anstieg der Lysolecithin- und Sphingomyelinprozentwerte. Ein Umschwung der abfallenden Tendenz und eine angenäherte Rückkehr zum Ausgangswert ließ sich nach jeweils 14 Tagen erkennen. Bei der Aufschlüsselung nach der Höhe der Linolsäurezufuhr ergab sich keine signifikante Abhängigkeit.

Bei dem fettreichen, glucosearmen Ernährungsversuch zeigte sich ein Abfall der Lysolecithin- und Sphingomyelinfraktionswerte und ein Anstieg der Lecithinfraktion. Bei der Aufschlüsselung nach der Höhe der Linolsäurezufuhr ließ sich eine deutliche Abhängigkeit erkennen. Auch hier war nach jeweils 14 Tagen ein Umschwung der Tendenz zu erkennen. In beiden Ernährungsversuchen spiegelte sich das Verhalten der Lecithinfraktion im Kurvenverlauf der Gesamtposphatide wider.

TABELLEN

- I. Tabelle: "Glucosereiche, fettarme Formeldiät"
- II. Tabelle: "Fettreiche, glucosearme Formeldiät"
- III. Tabelle: "Normalwerte für Phosphatidfraktionen"
im Serum des Menschen, Werte in %
- IV. Tabelle: "Tabelle der Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen, glucosereiche Formeldiät"
- V. Tabelle: "Tabelle der mg-Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen, glucosereiche Formeldiät"
- VI. Tabelle: "Durchschnittswerte der einzelnen Fraktionen
in Prozent und mg-Prozentwerten bei glucosereicher Formeldiät"
- VII. Tabelle: "Gesamtphosphatid-mg-%-Werte während der
glucosereichen Formeldiät"
- VIII. Tabelle: "Aufschlüsselung des Verhaltens der Phosphatidfraktionen nach der Höhe der Linolsäurezufuhr
bei glucosereicher Formeldiät"
- IX. Tabelle: "Aufschlüsselung der Gesamtphosphatid-mg-%-Werte
nach der Höhe der Linolsäurezufuhr, glucosereiche Formeldiät"
- X. Tabelle: "Tabelle der Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen bei fettreicher Formeldiät"
- XI. Tabelle: "Tabelle der mg-Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen bei fettreicher Formeldiät"
- XII. Tabelle: "Durchschnittswerte der einzelnen Fraktionen in
Prozent und mg-Prozentwerten bei fettreicher Formeldiät"
- XIII. Tabelle: "Gesamtphosphatid-mg-%-Werte während der fettreichen Formeldiät"
- XIV. Tabelle: "Aufschlüsselung des Verhaltens der Phosphatidfraktionen nach der Höhe der Linolsäurezufuhr bei
fettreicher Formeldiät"
- XV. Tabelle: "Aufschlüsselung der Gesamtphosphatid-mg-%-Werte
nach der Höhe der Linolsäurezufuhr bei fettreicher Formeldiät"

Tabelle I

(Glucosereiche, fettarme Formeldiät)

Nahrungsmittel	g	Nährstoffe	g	Cal	Ew-Cal%	KH-Cal%	Fett-Cal%	Äthanol-Cal%
Magermilchpulver	209,0	Eiweiß	69,0	283,0	15,03			
		Laktose	94,0	385,0		20,4		
		Fett	1,47	13,8			0,73	
Dextropur	306,0	Glukose	306,0	1.147,5	60,74			
Fettsäureäthylester	6,5	Fettsäure	5,85	54,4				
		Äthanol	0,65	4,9		2,789		0,25
Wasser ad	1.000,0			1.889,0	15,03	81,14	3,61	0,25
NaCl/die	5,0			=====	=====	=====	=====	=====
KCK/die	3,0							= 100,03 %
1 Kapsel Supradyn/die								
				Gruppierung				
				Eiweiß	KH	Fett	Linolsäure	Ölsäure
Gruppe 1 (VP I, II, III)				15,0	82,0	3,0	-	3,0 Kal%
Gruppe 2 (VP IV, V)				15,0	82,0	3,0	3,0 Kal%	-
Gruppe 3 (VP VI)				15,0	82,0	3,0	1,5 Kal%	1,5 Kal%

Tabelle II

(Fettreiche, glucose-arme Formeldiät)

Diätformel:

Nahrungsmittel	g	Nährstoffe	g	Cal	EW-Cal %	KH-Cal %	Fett-Cal %	Äthanol-Cal %
Magermilchpulver	333,0	Eiweiß	111,0	455,1	15,08			
		Laktose	250,0	615,0		20,38		
		Fett	2,3	21,4			0,71	
Dextropur	46,0	Glukose	46,0	172,5		5,71		
Fettsäureäthylester	9,24	Fettsäuren	8,32	77,34			2,56	
		Äthanol	0,92	6,93				0,23
Palmin	179,4	Fett	179,4	1.668,4			55,3	
Wasser ad	1.000,0			3.026,6	15,08	26,09	58,57	0,23 = 99,97%
NaCl/die	5,0			=====	=====	=====	=====	=====
KCl /die	3,0							
1 Kapsel Supradyn/die								
Gruppierung				Eiweiß	KH	Fett	Linolsäure	Ölsäure
Gruppe 1 (VP IX, X)				15,0	26,0	58,6	1,5 Kal%	1,5 Kal%
Gruppe 2 (VP XI, XII)				25,0	26,0	58,6	3,0 Kal%	-

Tabelle III.

Normalwerte für Phosphatidfraktionen im Serum des Menschen (Werte in %)

Autoren	Lite- ratur	Lysoleci- thin	Sphingo- myelin	Lecithin	Kephalin	Phosphatid	Zahl Säure d. Fälle	Methode
Etienne u. Polonowski	(8)	10,0	21,0	61,0	8,0	-	?	Säulen chroma- Papier) tographie
Gjone u. a.	(10)	8,9	18,4	66,4	6,4	-	8	Säulenchromatographie
Marinetti u. a.	(13)	9,1	21,1	67,8	1,9	-	2	Papierchromatographie
Nelson u. a.	(14)	*	20,9	74,4 [*]	4,7	-	5	Säulenchromatographie
Nye u. a.	(15)	8,6	20,1	71,2	-	-	6	Papierchromatographie
Philipps	(16)	7,7	19,0	68,2	5,0	-	15	Säulen- u. Papierchromo- graphie
Zöllner u. Kirsch	(32)	7,7	16,8	66,8	4,1	-	1	Säulen- u. Papierchromo- graphie
Scholderer	(18)	7,1	16,0	74,8	2,2	-	11	Dünnschichtchromographie
Alter	(3)	7,7	14,0	73,2	5,8	-	5	Dünnschichtchromographie
Zöllner, Wolfram Longdong	(34)	11,3	15,8	72,0	1,3	-	2	Dünnschichtchromographie
Dienstl u. a. (1966)	(7)	3,0	20,2	70,0	2,6 3,8	0,7	-	Dünnschichtchromographie
Wagener (1964)	(25)	9,4	21,5	66,0	-	3,0	20	Dünnschichtchromographie
Antar (1965)	(2)	4,3	17,6	70,9	0,4 6,0	-	8	Dünnschichtchromographie
Wegehaupt		8,5	12,0	76,5	2,0	1,2	10	Dünnschichtchromographie

*) Lysolecithin u. Lecithin zusammen bestimmt.

Tabelle IV

Tabelle der Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen
(glucosereiche Formeldiät)

Lysolecithin %

VP	0	7.	14.	22.	29. Tag
I	8,4	10,0	10,6	9,6	8,5
II	8,8	10,3	11,7	10,8	9,4
III	8,1	7,3	10,4	9,0	8,5
IV	8,2	8,0	11,5	10,1	8,5
V	9,5	11,3	11,8	10,5	9,5
VI	10,6	10,0	12,3	10,3	10,0

Sphingomyelin %

I	12,5	13,6	15,3	13,1	12,5
II	11,1	11,9	13,4	12,0	11,2
III	13,5	16,2	19,2	16,3	14,1
IV	11,6	12,3	13,2	12,9	12,1
V	14,0	17,0	19,5	16,9	14,8
VI	14,6	16,2	17,1	15,9	14,8

Lecithin %

I	76,9	72,8	69,2	74,3	77,0
II	77,8	74,2	67,3	74,6	76,5
III	76,3	74,1	65,7	71,5	72,0
IV	77,9	76,3	69,8	73,5	74,3
V	74,6	68,8	64,2	68,6	73,3
VI	73,1	70,9	66,2	69,4	77,4

Kephalin %

I	1,6	2,3	3,0	2,3	1,5
II	1,1	2,0	5,8	1,7	1,9
III	1,1	1,7	2,5	2,3	2,9
IV	1,5	2,0	2,7	2,6	4,2
V	1,5	1,8	2,4	1,7	1,6
VI	1,2	1,6	2,7	3,0	3,4

Phosphatidsäuren %

I	0,5	1,1	1,7	0,8	0,6
II	0,9	1,6	4,0	0,8	1,1
III	1,1	0,9	1,4	0,8	3,2
IV	0,6	1,2	1,9	0,9	1,8
V	0,9	1,3	2,1	2,3	0,6
VI	0,6	0,5	1,7	1,4	3,9

Tabelle V

Tabelle der mg-%-Werte der einzelnen Versuchspersonen
(glucosereiche Formeldiät)

Lysolecithin mg-%

VP	0	7.	14.	22.	29. Tag
I	10,7	9,7	7,0	7,8	11,1
II	12,4	12,8	13,9	13,0	12,6
III	16,3	12,3	16,1	12,9	17,5
IV	13,7	9,5	13,5	11,7	12,0
V	17,4	16,2	15,7	12,4	15,9
VI	20,6	14,8	17,2	14,1	14,6

Sphingomyelin %

I	23,4	19,4	15,0	15,6	24,0
II	23,1	21,8	23,6	21,3	22,2
III	40,2	40,3	43,4	34,5	42,9
IV	28,6	21,6	22,9	22,1	25,3
V	37,9	35,9	38,7	29,5	36,6
VI	42,0	35,4	35,4	32,1	31,9

Lecithin mg-%

I	143,3	103,7	67,7	88,6	147,9
II	162,0	136,1	118,4	132,4	151,9
III	227,1	184,3	149,9	151,3	218,9
IV	192,3	134,3	121,2	126,0	155,2
V	201,8	145,4	125,8	119,8	181,0
VI	210,2	155,1	136,9	140,1	166,6

Kephalin mg-%

I	3,0	3,3	2,9	2,7	2,9
II	2,3	3,7	1,0	3,0	3,8
III	3,3	4,2	5,7	4,9	8,8
IV	3,7	3,5	4,7	4,5	8,8
V	4,1	3,8	4,7	3,0	3,9
VI	3,5	3,5	5,6	6,1	7,3

Phosphatidsäuren mg-%

I	0,9	1,6	1,7	1,0	1,2
II	1,9	2,9	0,7	1,4	2,2
III	3,3	2,1	3,2	1,7	9,7
IV	1,5	2,1	3,3	1,5	3,8
V	2,4	2,8	4,1	4,0	1,5
VI	1,7	1,1	3,5	2,8	8,4

Tabelle VI

Durchschnittswerte der Fraktionen in % und mg% bei glucosereicher Formeldiät

Tage	Lysolecithin		Sphingomyelin		Lecithin		Kephalin		Phosphatidsäuren	
	%	mg%	%	mg%	%	mg%	%	mg%	%	mg%
0	8,9	15,2	12,9	32,5	75,4	189,4	1,3	3,3	0,8	2,0
7	9,4	12,5	14,5	29,1	71,8	144,8	1,9	3,7	1,1	2,1
14	11,4	13,9	16,2	29,8	67,1	119,9	3,1	4,1	2,1	2,7
22	9,7	12,0	14,5	25,9	72,0	126,4	2,3	4,0	1,0	2,1
29	9,1	13,9	13,2	30,5	75,0	170,2	2,6	5,9	1,9	4,5

Tabelle VII

Gesamtposphatid-mg-%-Werte während der
glucosereichen Formeldiät

	<u>0</u>	<u>7.</u>	<u>14.</u>	<u>22.</u>	<u>29. Tag</u>
<u>VP I</u>	186,17	141,92	97,37	118,78	191,29
<u>VP II</u>	207,36	182,68	175,18	176,75	197,15
<u>VP III</u>	296,51	247,72	227,27	210,82	302,70
<u>VP IV</u>	245,83	174,81	172,88	170,79	208,10
<u>VP V</u>	269,42	210,51	195,14	173,90	245,99
<u>VP VI</u>	286,35	217,90	205,90	201,13	214,41

Tabelle VIII

Aufschlüsselung des Verhaltens der Phosphatidfraktionen nach der Höhe (0, 1, 5 bzw. 3, 0 Cal%) der Linolsäurezufuhr bei glukosereicher Formeldiät

		0		7		14		22		29. Tag	
Lysolecithin (%) u. mg%											
Gruppe 1 (0 Cal%)	(8, 4)	13, 1	(9, 2)	11, 6	(10, 9)	12, 3	(9, 8)	11, 2	(8, 8)	13, 4	
Gruppe 2 (3, 0 Cal%)	(8, 8)	15, 6	(9, 6)	12, 9	(11, 6)	14, 6	(10, 3)	12, 1	(9, 0)	14, 0	
Gruppe 3 (1, 5 Cal%)	(10, 6)	20, 6	(10, 0)	14, 8	(12, 3)	17, 2	(10, 3)	14, 1	(10, 0)	14, 6	
Sphingomyelin (%) u. mg%											
Gruppe 1 (0 Cal%)	(12, 3)	28, 9	(13, 9)	27, 2	(18, 8)	27, 3	(13, 8)	23, 8	(12, 9)	29, 7	
Gruppe 2 (3, 0 Cal%)	(12, 8)	33, 3	(14, 6)	28, 7	(16, 3)	30, 8	(14, 9)	25, 6	(13, 4)	31, 0	
Gruppe 3 (1, 5 Cal%)	(14, 6)	42, 0	(16, 2)	35, 4	(17, 1)	35, 4	(15, 9)	32, 0	(14, 8)	31, 9	
Lecithin (%) u. mg%											
Gruppe 1 (0 Cal%)	(77, 0)	177, 7	(73, 7)	138, 3	(67, 4)	112, 0	(73, 5)	124, 1	(75, 2)	172, 9	
Gruppe 2 (3, 0 Cal%)	(76, 2)	197, 1	(72, 5)	139, 8	(67, 0)	123, 8	(71, 0)	122, 9	(73, 8)	168, 1	
Gruppe 3 (1, 5 Cal%)	(73, 1)	210, 2	(70, 9)	155, 1	(66, 2)	136, 9	(69, 4)	140, 1	(77, 4)	166, 6	
Kephalin (%) u. mg%											
Gruppe 1 (0 Cal%)	(1, 3)	2, 9	(2, 0)	3, 7	(3, 8)	3, 2	(2, 1)	3, 5	(2, 1)	5, 2	
Gruppe 2 (3, 0 Cal%)	(1, 5)	3, 5	(1, 9)	3, 8	(2, 6)	4, 7	(2, 1)	3, 7	(2, 9)	6, 3	
Gruppe 3 (1, 5 Cal%)	(1, 2)	3, 5	(1, 6)	3, 5	(2, 7)	5, 6	(3, 0)	6, 1	(3, 4)	7, 3	
Phosphatidsäuren (%) u. mg%											
Gruppe 1 (0 Cal%)	(0, 8)	2, 0	(1, 2)	2, 2	(2, 4)	1, 9	(0, 8)	1, 4	(1, 6)	4, 4	
Gruppe 2 (3, 0 Cal%)	(0, 8)	2, 0	(1, 3)	2, 5	(2, 0)	3, 7	(1, 6)	2, 8	(1, 2)	2, 6	
Gruppe 3 (1, 5 Cal%)	(0, 6)	1, 7	(0, 5)	1, 1	(1, 7)	3, 5	(1, 4)	2, 8	(3, 9)	8, 4	

Tabelle IX

Aufschlüsselung der Gesamtphosphatid-mg-%-Werte nach der
Höhe der Linolsäurezufuhr (3, 0, 1, 5 bzw. 0-Cal.%)
(glucosereiche Formeldiät)

	<u>0</u>	<u>7.</u>	<u>14.</u>	<u>22.</u>	<u>29. Tag</u>
Durchschnitts- werte					
Gruppe 1 - 3	248,6	195,9	179,0	175,4	226,6
Gruppe 1 (0-Cal.%)	230,0	190,8	166,7	168,8	231,0
Gruppe 2 (3,0 Cal.%)	257,6	192,7	184,0	172,4	227,1
Gruppe 3 (1,5 Cal.%)	286,4	217,9	205,9	201,1	214,4

Tabelle X

Tabelle der Prozentwerte der einzelnen Versuchspersonen
(fettreiche Formeldiät)

<u>Lysolecithin %</u>	0	7.	14.	22.	29. Tag
VP IX	8,1	6,8	6,2	6,5	6,9
VP X	7,8	6,6	3,7	5,4	6,7
VP XI	6,7	6,0	6,5	6,4	7,0
VP XII	9,0	4,8	5,4	6,8	7,5

<u>Sphingomyelin %</u>					
VP IX	12,0	9,3	7,6	10,2	7,4
VP X	10,6	7,2	6,9	10,9	7,0
VP XI	8,8	7,5	7,4	7,8	8,6
VP XII	11,2	10,3	8,5	10,8	11,5

<u>Lecithin %</u>					
VP IX	75,7	76,7	83,6	82,2	84,0
VP X	77,8	81,3	85,3	82,1	83,8
VP XI	79,6	81,3	83,3	82,9	80,6
VP XII	75,5	82,6	84,5	80,4	79,8

<u>Kephalin %</u>					
VP IX	2,6	2,6	0,9	1,0	1,1
VP X	2,9	3,2	2,3	1,2	1,8
VP XI	3,7	2,4	2,1	1,5	3,1
VP XII	2,8	1,7	1,0	1,3	1,4

<u>Phosphatidsäuren %</u>					
VP IX	1,6	2,1	0,9	0,4	0,6
VP X	0,5	1,6	1,7	0,3	0,7
VP XI	1,6	1,3	0,7	0,6	1,1
VP XII	1,1	0,6	0,5	0,7	0,8

Tabelle XI

Tabelle der mg%-Werte der einzelnen Versuchspersonen
(Fettreiche Formeldiät)

Lysolecithin mg %

VP	0	7	14.	22.	29. Tag
IX	13,8	13,5	13,6	14,4	14,1
X	12,8	11,2	7,3	9,1	13,4
XI	12,1	9,1	12,2	11,4	12,7
XII	13,8	6,5	9,0	10,0	12,0

Sphingomyelin mg-%

IX	30,2	27,2	25,5	33,4	22,3
X	25,7	17,9	18,7	27,2	20,7
XI	23,5	16,7	19,7	20,5	23,1
XII	25,3	20,7	20,3	23,5	27,0

Lecithin mg-%

IX	190,3	224,3	271,3	269,6	252,8
X	188,5	203,2	249,3	204,6	248,13
XI	212,2	181,1	221,2	217,7	216,7
XII	170,6	165,9	207,1	175,2	187,6

Kephalin mg-%

IX	6,5	7,6	2,9	3,3	3,3
X	7,1	8,0	6,7	4,0	5,3
XI	9,8	5,4	5,6	3,9	8,3
XII	6,3	3,4	2,5	2,8	3,3

Phosphatidsäuren mg-%

IX	4,1	6,2	2,9	1,3	1,8
X	1,2	4,0	5,0	0,8	2,1
XI	4,2	2,9	1,9	1,6	2,95
XII	2,5	1,2	1,2	1,5	1,9

Tabelle XII

Durchschnittswerte der Fraktionen in % und mg%
(fettreiche Formeldiät)

Tage	<u>Lysolecithin</u>		<u>Sphingomyelin</u>		<u>Lecithin</u>		<u>Kephalin</u>		<u>Phosphatidsäuren</u>	
	%	mg%	%	mg%	%	mg%	%	mg%	%	mg%
0	7,4	13,1	10,7	26,2	77,2	190,4	3,0	8,5	1,2	3,0
7.	6,1	10,1	8,6	20,7	80,5	193,7	2,5	6,1	1,4	3,6
14.	5,7	10,5	7,6	21,3	84,2	237,2	1,6	4,4	1,0	2,8
22.	6,3	11,2	9,9	26,2	81,9	216,8	1,2	3,5	0,5	1,3
29.	7,0	13,1	8,6	23,3	82,0	226,3	1,9	5,1	0,8	2,2

Tabelle XIII

Gesamtphosphatid-mg-%-Werte während der fettreichen Formeldiät

	<u>0</u>	<u>7.</u>	<u>14.</u>	<u>22.</u>	<u>29. Tag</u>
VP IX	250,4	291,6	323,2	326,7	299,7
VP X	241,4	248,9	291,1	248,2	294,9
VP XI	265,5	221,9	264,5	261,6	267,8
VP XII	225,0	200,0	244,1	217,1	234,1

Tabelle XIV

Aufschlüsselung des Verhaltens der Phosphatidfraktionen nach der Höhe

(1,5 bzw. 3,0 Cal.%) der Linolsäurezufuhr

(fettreiche Formeldiät)

Lysolecithin mg-% u. (%)

	0	7.	14.	22.	29. Tag
Gruppe 1 (3,0 Cal.%)	13,3 (8,0)	12,3 (6,7)	10,5 (4,9)	11,8 (6,0)	13,6 (6,8)
Gruppe 2 (1,5 Cal.%)	12,9 (7,8)	7,9 (5,4)	10,6 (6,0)	10,7 (6,6)	12,3 (7,2)

Sphingomyelin mg-% u. (%)

Gruppe 1 (3,0 Cal.%)	27,9 (11,3)	22,1 (8,2)	22,1 (7,2)	30,3 (10,6)	21,5 (7,2)
Gruppe 2 (1,5 Cal.%)	24,4 (10,0)	18,2 (8,9)	20,0 (8,0)	22,0 (9,3)	25,1 (10,0)

Lecithin mg-% u. (%)

Gruppe 1 (3,0 Cal.%)	189,4 (76,2)	213,9 (79,0)	260,3 (84,4)	237,1 (82,2)	250,4 (83,9)
Gruppe 2 (1,5 Cal.%)	191,4 (77,5)	173,5 (82,0)	214,1 (83,9)	186,5 (81,6)	202,1 (80,2)

Kephalin mg-% u. (%)

Gruppe 1 (3,0 Cal.%)	6,8 (2,7)	7,8 (2,9)	4,8 (1,6)	3,6 (1,1)	4,3 (1,5)
Gruppe 2 (1,5 Cal.%)	8,1 (3,2)	4,9 (2,0)	4,5 (2,5)	3,3 (1,4)	5,8 (2,2)

Phosphatidsäuren mg-% u. (%)

Gruppe 1 (3,0 Cal.%)	2,6 (1,0)	5,1 (1,8)	3,7 (1,3)	1,1 (0,4)	1,7 (0,7)
Gruppe 2 (1,5 Cal.%)	3,3 (1,4)	2,1 (1,0)	1,6 (0,6)	1,5 (0,7)	2,4 (1,0)

Tabelle XV

Aufschlüsselung der Gesamtphosphatid-mg-%-Werte nach der

Höhe der Linolsäurezufuhr (3,0 bzw. 1,5 Cal. %

(fettreiche Formeldiät)

	0	7.	14.	22.	29. Tag
Durchschnittswerte					
(Gruppe 1 u. 2)	245,6	240,6	280,7	263,4	274,1
Gruppe 1					
(3 Cal. %)	245,9	270,3	307,1	287,4	297,3
Gruppe 2					
(1,5 Cal. %)	245,2	210,9	254,3	239,3	251,0

Literatur

1. AHRENS, jr. E.H. and N. SPRITZ
"Further Studies an Fat- and Carbohydrate-induces Lipemia in Man" in: Biochem. Problems of Lipids, B. B. A. Library Vol. 1, S. 304, Amsterdam, London, New York Elsevier 1963
2. ANTAR, A.Mohamed and M. A. OHLSEN
J. Nutrition 85 (1965), S. 329 ff.
3. ALTER, H. Dissertation
"Über die Phosphatide des Plasmas, speziell bei Krankheiten der Leber", München 1967
4. BARTLETT, G.R.
J. biol. Chem. 234, 466 (1959)
Phosphorus assay in column chromatography
5. BIRD, H.L. et al.
"Quantitative thin layer chromatography Division of Analytical Chemistry, 142 an Meeting ACS.
Atlantic City NY, September 1962
6. DAWSON, R.M.C.
Biochem. J. 75, 45 (1960)
A hydrolytic procedure for the identification and estimation of individual phospholipids in biological samples
7. DIENSTL, F., F. KUNZ u. H.P. MAIZAR
"Veränderungen der Plasmalipoide bei akuter Hepatitis"
Klin. Wschr. 44, II S. 967 (1966)
8. ETIENNE, J. et J. POLONOWSKI
Evolution des lipides au cours de l'incubation du serum III:
Etude des phospholipides Bull.
Soc. Chim. Biol. (Paris) 42, 857 (1960)
9. FAIRHURST, B. J. and C. WATERHOUSE
Amer. J. clin. Nutr. 13, 92 (1963)
10. GJONE, E., J.F. BERRY and D.A. TURNER
The isolation of lecithin from lipid extracts of normal human serum
J. Lipis. Res. 1, 66 (1959)
11. HABERMAN, E., G. BANDTLOW u. KRUSCHE, B.
Klin. Wschr. 39, 816 (1961)

12. MACDONALD, J. and D. M. BRAITHWAITE
Clin. Sci. 27, 23 (1964)
13. MARINETTI, C.V. et al.
"Analysis of human phosphatides"
Biochem. Biophysica Acta 36, 4 (1959)
14. NELSON, G.J. u. N.K. FREEMAN
Serum phosphatideanalysis by chromatographie
J. Biol. Chem. 234, 1375 (1959)
15. NEYE, W.H.R., C. WATERHOUSE and C.V. MARINETTI
The phosphatides of human plasma I:
Normal values determines by paper and column chromatography
J. clin. Invest. 40, 1194 (1961)
16. PHILIPS, G.B.
The lipid composition of serum in patients with liver disease
J. clin. Invest. 39, 1639 (1960)
17. RANDERATH, Kurt
"Dünnschichtchromatographie"
Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr.
18. SCHOLDERER, D.
Dissertation: "Das Verhalten individueller Serumphosphatide
bei Leberkrankheiten und Hypercholesterinämie"
München 1965
19. SPERRY, W.M.
Lipid Analyses, Interscience Publishers (1955)
Methods of biochemical analyses
Band UU, 38 NY, London
20. SPERRY, W.M.
"Dünnschichtchromatographie"
herausg. von Egon STAHL
Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1962, S. 497 ff.
21. SPERRY, W.M. and F.C. BRAND
J. biol. Chem. 213, 69 (1955)
22. SKIDMORE, W.D. and C. ENTENMANN:
Fed. Proc. 21, 292 (1962)
Thin layer chromatography of Phosphatides
23. STAHL, E.
"Dünnschichtchromatographie"
Z. analyt. Chem. 181, 303 (1961)

24. VOGEL, W. u.a.
J. Lab. clin. Med. 59, 335 (1962)
25. WAGENER, H., D. LANG u. B. FROSCH
Zschr. f.d.ges. exp. Med. 138/425 - 434 (1964)
26. WAGNER, H., L. HÖRHAMMER u. P. WOLFF
Biochem. Z. 334, 175 (1961)
"Dünnschichtchromatographie von Phosphatiden und Glykolipiden"
27. WAGNER, H.
"Neuere Ergebnisse betr. Isolierung und Analytik von Phosphatiden"
Fette, Seifen, Anstrichmittel 62, 1115 (1960)
28. WAGNER, H.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 63/1119/1961
29. WEICKER, H.
Klin. Wschr. 37 (II) 763, (1959)
"Adsorptionschromatographische Untersuchungen von Serumlipiden auf Kieselgelplatten"
30. WOLFRAM, G. u. WEGEHAUPT, H.
Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin, 75. Band, S. 903 - 906 (1969)
31. ZIEVE, L. VOGEL and CARLETON
An improvement in quantitative Separation of phospholipids with silice acid impregnated paper.
Proc. Soc. exp. Biol. 105, 508 (1960)
32. ZÖLLNER, N. u. K. KIRSCH
Zschr. ges. exper. Med. 134, 10 (1960)
33. ZÖLLNER, N. u. G. WOLFRAM
Klin. Wschr. 40, 1101 (1962)
"Dünnschichtchromatograph. System zur Trennung der Plasmalipoide"
34. ZÖLLNER, N., G. WOLFRAM u. W. LONGDONG
Zschr. f. d. ges. exp. Med. 140, 24 - 34 (1966)

Lebenslauf

Am 12.2.1941 wurde ich, Hartmut Wegehaupt, als Sohn des Lehrers Hans Wegehaupt und seiner Ehefrau Ilse, geborene Jung, in Gnadensfrei/Schlesien geboren.

Von 1947 bis 1952 besuchte ich die Volksschule in München, anschließend das Neue Realgymnasium.

Im Juli 1962 legte ich die Reifeprüfung in Schloß Ising/Chiemsee ab. Von 1962 bis 1965 studierte ich in Innsbruck und in der Folge in München Humanmedizin, wo ich im August 1969 das Staatsexamen bestand. Von November 1969 bis März 1970 war ich in der Chirurgischen Abteilung der Städtischen Krankenanstalten Wiesbaden, anschließend 3 Monate an der Kinderpoliklinik der Universität München sowie 3 Monate an der Psychiatrischen- und Nervenklinik der Universität Münster-Westfalen tätig.

Gegenwärtig beende ich meine Medizinalassistentenzeit an der II. Medizinischen Abteilung des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München.

Im November 1970

